

## Eu<sup>3+</sup> 과 Eu<sup>3+</sup>-Gd<sup>3+</sup> 이 첨가된 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 나노 형광체의 제작 및 광물리적 특성 연구

### Synthesis and Photophysical Properties of Nano-sized Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Eu<sup>3+</sup> and Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Eu<sup>3+</sup>-Gd<sup>3+</sup> phosphors

홍경수, 유대황<sup>1</sup>, 박종호<sup>2</sup>, 김청식<sup>3</sup>, 양호순<sup>3</sup>, 문병기<sup>4</sup>, 서효진<sup>4</sup>, 판민기<sup>5</sup>

한국기초과학지원연구원 부산센터, <sup>1</sup>창원대학교 기초과학연구소, <sup>2</sup>진주교육대학교 과학교육과,

<sup>3</sup>부산대학교 물리학과, <sup>4</sup>부경대학교 물리학과, <sup>5</sup>한국전자부품연구원

kyongsoo@kbsi.re.kr

형광체는 디스플레이 응용에 있어 아주 중요한 물질로서, 디스플레이의 성능을 향상시키기 위하여 안정된 형광체의 개발이 필수적인데, 형광체의 발광 특성을 개선하기 위하여 희토류 이온이 첨가된 산화물 발광체가 많이 연구되고 있다. 나노 크기를 갖는 물질은 형광체나 광소자로의 응용에서 일반 단결정에서와는 아주 다른 특성을 보이므로 많은 연구가 진행되고 있다. 입방 구조를 갖는 붉은색 형광체인 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Eu<sup>3+</sup>는 산화물 형광체로 널리 알려져 있지만 고농도의 Eu가 첨가된 경우는 현재까지 많이 알려져 있지 않기에 본 연구에서는 나노 크기를 갖는 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>에 Eu와 Eu-Gd를 각각 첨가한 시료를 화학적 조성비에 따라 합성한 후 그 발광 특성을 연구하였다.

Eu<sup>3+</sup>과 Eu<sup>3+</sup>-Gd<sup>3+</sup>이 첨가된 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 형광체를 액상 반응법 (liquid-phase reaction method)으로 여러 가지 조성비에 따라 공기 중에서도 산소 분위기에서 각각 합성한 후 X-선 회절 무늬로 구조를 확인한 결과 모든 시료는 입방 구조를 갖고 있었으며, 산소 분위기에서 합성한 시료가 공기 중에서 합성한 시료보다 선명한 X-선 회절 무늬를 보여주었다.

화학적 조성비에 따라 상온에서 여기 및 발광 스펙트럼을 측정하였다. Eu만 첨가된 시료의 경우 여기 스펙트럼에서는 host 내의 band-gap에서의 Eu-O의 상호작용에 기인하는 charge transfer 상태에 의한 band를 볼 수 있었으며, 발광 스펙트럼 그림 1(b)에서는 Eu<sup>3+</sup>이 갖는 <sup>5</sup>D<sub>0</sub> → <sup>7</sup>F<sub>J</sub>의 발광 특성을 볼 수 있었다. 그리고 여기 및 발광 스펙트럼 모두 Eu<sup>3+</sup>이 10 wt %일 경우 가장 강한 발광 세기를 보였으며 Eu<sup>3+</sup>의 농도에 따라 발광 세기의 감소, 즉 concentration quenching을 볼 수 있었다.

Eu<sup>3+</sup>만 첨가된 시료의 발광 특성을 공기 중에서도 산소 분위기에서 합성된 Eu<sup>3+</sup>만 첨가된 시료의 발광 특성을 조사하였다. 두 경우 모두 concentration quenching 효과를 보여 주면서, 산소 분위기에서 합성된 시료의 발광 세기가 산소 분위기에서 합성된 시료에서의 발광 세기보다 더 강함을 볼 수 있었다. BET 실험 결과 각각의 시료에서 입자의 크기는 거의 변화가 없었으나 Eu<sup>3+</sup>의 농도에 따라 입자의 표면적과 산소의 양, 그리고 pore의 체적이 감소함을 보았는데 발광세기는 이들 모든 요소와 관련됨을 보여 주고 있다.

Eu<sup>3+</sup>만 첨가된 시료에서 Eu<sup>3+</sup> 이온 농도의 임계값이 약 10 wt %임을 알 수 있었으므로 Eu<sup>3+</sup>과 Gd<sup>3+</sup>을 합한 농도가 10 wt %가 되도록 동일한 방법으로 나노 크기를 갖는 Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Eu<sup>3+</sup>-Gd<sup>3+</sup> 시료를 제작하여 발광 특성을 조사하였다.

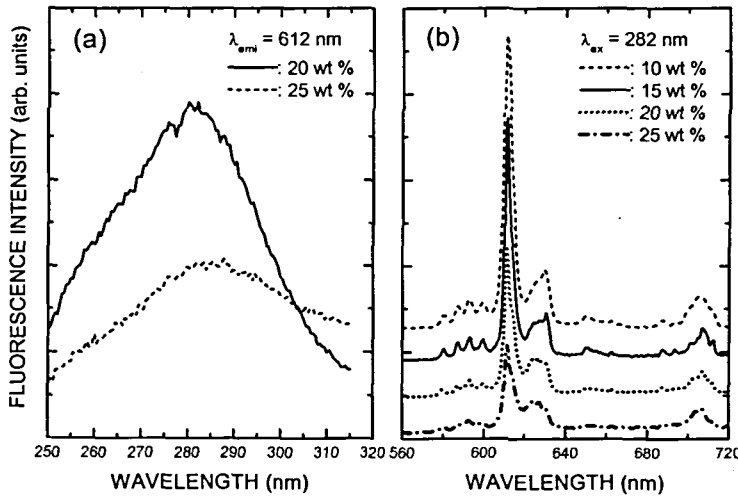


그림 1

여기 스펙트럼과 발광 스펙트럼 모두  $\text{Eu}^{3+}$ 의 농도가 9.0 wt %인 시료에서 가장 강한 발광을 볼 수 있으므로  $\text{Y}_2\text{O}_3$ 에서  $\text{Eu}^{3+}$  이온의 대략적인 solid solubility limit은 9.0 wt %임을 알 수 있다. 여기 스펙트럼에서는  $\text{Eu}^{3+}$ 만 첨가되었을 경우와 마찬가지로  $\text{Eu-O}$ 의 상호작용에 의한  $\text{Eu}^{3+}$ 의 charge transfer state를 볼 수 있다. 하지만 그림 1과 비교하여  $\text{Gd}^{3+}$ 가 첨가됨으로 인하여 band가 shift됨을 볼 수 있다. 그러나 발광 스펙트럼에서는 256 nm 뿐만 아니라 Fig. 1의 경우와 같이 282 nm로 여기시켜도 발광 세기는 약하지만  $\text{Eu}^{3+}$  이온에 의한  $^5D_0 \rightarrow ^7F_J$  발광을 볼 수 있었다. 그러므로  $\text{Y}_2\text{O}_3$ 에  $\text{Eu}^{3+}$ 와  $\text{Gd}^{3+}$  이온을 동시에 첨가하였을 경우  $\text{Gd}^{3+}$  이온에 의한 흡수가 일어나게 되고,  $^6D_{9/2}$  level에서  $\text{Eu}^{3+}$  이온의 level로 에너지 전달이 일어난 후 전이가 일어나게 되어  $\text{Eu}^{3+}$  이온의 특성을 볼 수 있게 된다.

T  
P

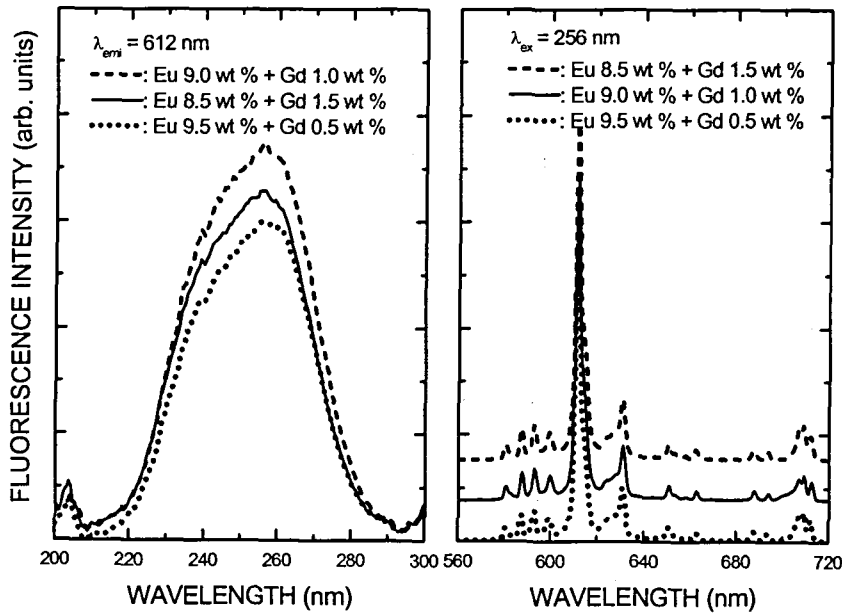


그림 2